

## Die Lichtausbeutefunktion eines Flüssigszintillators für die Neutrinodetektion im Untergrundexperiment SNO+

*Mit dem SNO+ Detektor sollen verschiedene Aspekte der Neutrinophysik untersucht werden. Der Detektor besteht aus einem Szintillatortank mit einem Durchmesser von 12 m, in dem die neutrinoinduzierten Ereignisse von etwa 10000 Photomultipliern detektiert werden. Als Flüssigszintillator wird lineares Alkylbenzol (LAB) als Lösungsmittel und 2,5-Diphenyloxazol (PPO) als primärer Szintillator verwendet. In einer Zusammenarbeit der Technischen Universität Dresden (TUD) und des Brookhaven National Laboratory (BNL) mit der PTB wurden am Flugzeitspektrometer der PTB die Protonenlichtausbeute aus dem von monoenergetischen Neutronen erzeugten Impulshöhenspektrum bestimmt und für verschiedene Kombinationen aus Lösungsmittel, primärem Szintillator und weiteren Komponenten untersucht.*

Das Untergrundexperiment SNO+ befindet sich in einer Tiefe von etwa 2000 Metern im Bergwerk Sudbury in Ontario (Kanada). Es soll verschiedene Aspekte der Neutrinophysik untersuchen, z. B. den doppelten neutrinolosen Betazerfall, die Produktion sog. Geo-Neutrinos im Erdkern oder die Rolle der verschiedenen Neutrino flavours während einer Supernovaexplosion. Der SNO+ Detektor besteht aus einem Szintillatortank mit einem Durchmesser von 12 Meter, in dem die Ereignisse von etwa 10000 Photomultipliern detektiert werden. Als Flüssigszintillator wird lineares Alkylbenzol (LAB) als Lösungsmittel und 2,5-Diphenyloxazol (PPO) als primärer Szintillator verwendet. Die PPO-Konzentration soll  $2 \text{ g/dm}^3$  betragen. LAB ist ein nicht-toxisches, schwer-entflammbares Vorprodukt von Detergentien und in großen Mengen kostengünstig verfügbar.

Zur Analyse der Experimente, insbesondere zur Diskriminierung von Untergrundeignissen, wird die nichtlineare Lichtausbeutefunktion des Szintillators für verschiedene geladene Teilchen, insbesondere für Protonen und Alphateilchen, benötigt. Die Lichtausbeute beschreibt die reduzierte Produktion von Szintillationslicht, das so genannte Quenching, durch diese Teilchen im Vergleich zur Lichtausbeute von Elektronen, die für Energien oberhalb von wenigen keV proportional zur kinetischen Energie ist.

Bei organischen, nur aus Wasserstoff und Kohlenstoff bestehenden Szintillatoren kann die Protonenlichtausbeute aus dem von monoenergetischen Neutronen erzeugten Impulshöhenspektrum bestimmt werden, da die maximale Energie der Rückstoßprotonen aus der Neutron-Proton Streuung gleich der Neutronenenergie ist. Die Alphalichtausbeutefunktion kann dagegen experimentell nur durch Vergleich der Position der durch Alphateilchen aus  $^{12}\text{C}(n,\alpha x)$ -Reaktionen erzeugten Strukturen in simulierten und gemessenen Impulshöhenspektren bestimmt werden.

In einer Zusammenarbeit der Technischen Universität Dresden (TUD) und des Brookhaven National Laboratory (BNL) mit der PTB wurden diese Daten am Flugzeitspektrometer der PTB für verschiedene Kombinationen aus Lösungsmittel, primärem Szintillator und weiteren Komponenten bestimmt. Dazu wurde mit der Kernreaktion  $^9\text{Be}(p,nx)$  ein Neutronenfeld mit kontinuierlicher Energieverteilung erzeugt und die Energie der Neutronen mit der Flugzeitmethode bestimmt. Mit dieser Technik kann der Protonenergiebereich von 1,5 MeV bis 17 MeV in einem Experiment abgedeckt werden. Die absolute Szintillationslichtausbeute von LAB ist kleiner als die eines Standardszintillators wie BC501A. Außerdem ist die spektrale Verteilung des Szintillationslichts von LAB im Vergleich zu der von BC501A zu kleineren Wellenlängen verschoben, so dass die Quanteneffizienz des zum Lichtnachweis verwendeten

Photomultipliers deutlich reduziert ist. Die Impulshöhenspektren zeigen deshalb für LAB eine deutlich schlechtere Impulshöhenauflösung im Bereich der Rückstoßprotonenkante. Eine Verbesserung der Auflösung konnte durch Hinzufügen von  $15 \text{ mg/dm}^3$  1,4-Bis(2-methylstyryl)benzol (Bis-MSB) als Wellenlängenschieber erreicht werden.

In Abbildung 1 sind die aus den Positionen der Rückstoßprotonenkanten bestimmten Protonenlichtausbeuten bezogen auf die Lichtausbeute von BC501A dargestellt. Die LAB Lichtausbeuten sind im linearen Teil oberhalb von 8 MeV um etwa 3 – 4 % gegenüber der NE213 Lichtausbeute reduziert. Das Hinzufügen des sekundären Szintillators Bis-MSB als Wellenlängenschieber bewirkt wie zu erwarten keine statistisch signifikante Änderung der Lichtausbeutefunktion.

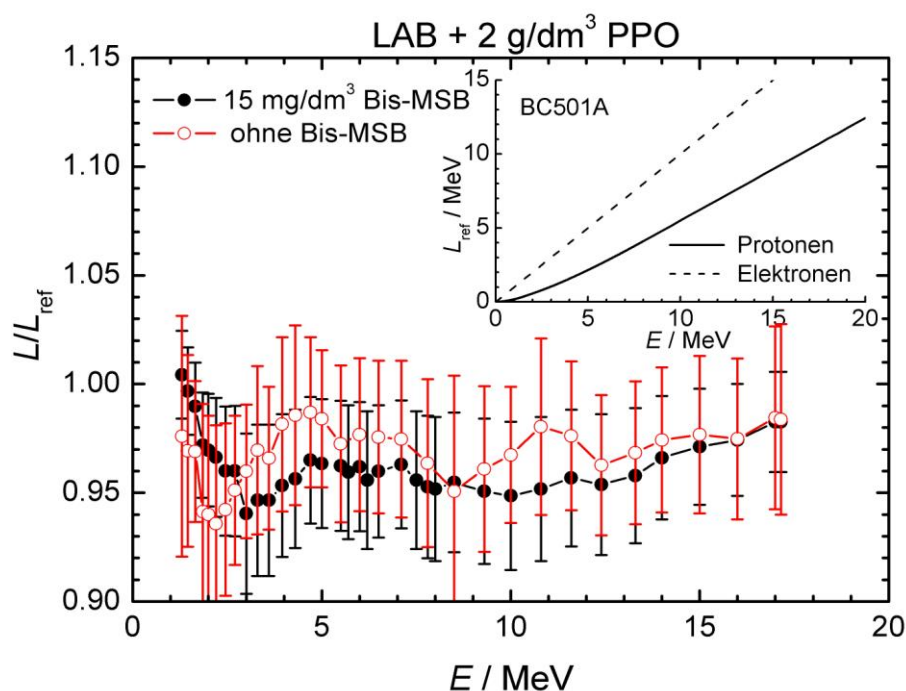


Abb. 1: Lichtausbeuten von LAB +  $2 \text{ g/dm}^3$  PPO für Protonen relativ zur Lichtausbeute von BC501A. Die geschlossenen und offenen Symbole zeigen Daten mit bzw. ohne den sekundären Szintillator Bis-MSB als Wellenlängenschieber. Die Lichtausbeuten von BC501A für Protonen (durchgezogen) und Elektronen (gestrichelt) sind oben rechts dargestellt.

### Ansprechpartner

R. Nolte, Fachbereich 6.4, Arbeitsgruppe 6.42, E-Mail: ralf.nolte@ptb.de